

А. В. Иванова^{*}, Т. Д. Бекмурзин

Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск

^{*}*alina_711@inbox.ru*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е. А. Дробяз*

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА САМОФЛЮСУЮЩИХСЯ ПОКРЫТИЙ, ЛЕГИРОВАННЫХ КАРБИДОМ ВОЛЬФРАМА

Исследованы структура и дюрометрические свойства самофлюсующихся покрытий, легированных карбидом вольфрама. Установлено, что структурные изменения, происходящие в покрытии при увеличении массовой доли карбида вольфрама, положительно сказываются на уровне микротвёрдости материала.

Ключевые слова: самофлюсующееся покрытие, карбид вольфрама, наплавка.

A. V. Ivanova, T. D. Bekmurzin

STRUCTURE AND PROPERTIES OF SELF-FLUXING COATINGS DOPED BY TUNGSTEN CARBIDE

The structure and durometric properties of self-fluxing coatings doped with tungsten carbide have been studied. It is established that the structural changes occurring in the coating with increasing mass fraction of tungsten carbide have a positive effect on the microhardness of the material.

Keywords: self-fluxing coating, tungsten carbide, cladding.

В настоящее время всё большее распространение получили методы формирования упрочняющих покрытий, связанные с использованием концентрированных источников энергии. Одним из перспективных вариантов является разработанная в Институте ядерной физики СО РАН технология, использующая высокоэнергетические пучки релятивистских электронов [1–2]. Для её реализации были разработаны промышленные ускорители, позволяющие выводить в атмосферу пучок электронов с энергией 1–1,6 МэВ мощностью 100 кВт. По сравнению с другими методами поверхностного упрочнения, например лазерной обработкой, этот метод обладает рядом важнейших достоинств, среди которых следует выделить высокую мощность (до 100 кВт), высокие значения производительности и коэффициента полезного действия [1–3].

В качестве материалов, используемых для формирования multifunctional покрытий, широкое распространение получили многокомпонентные самофлюсующиеся сплавы на никелевой основе

системы Ni–Cr–Fe–Si–B. Их важнейшим преимуществом является образование при нагреве формирующегося покрытия тонкой легкоплавкой пленки борсодержащих стекол, предотвращающей негативное воздействие кислорода. Нанесение покрытий из порошков самофлюсующихся никельхромборкремниевых сплавов позволяет значительно увеличить износостойкость и коррозионную стойкость рабочих поверхностей деталей машин и оборудования, изготавливаемых из низколегированных сталей [1–2], а также защитить сварные соединения нефтепроводов, перекачивающих высокосернистую нефть [3].

Цель работы заключалась в анализе структурных преобразований, происходящих в поверхностных слоях низкоуглеродистой стали при наплавке порошковой смеси, содержащей порошок самофлюсующегося сплава и карбида вольфрама, электронным пучком, выведенным в воздушную атмосферу.

В качестве основного металла использовали пластины из низкоуглеродистой стали 20 размером 50 × 100 × 10 мм. С целью увеличения твердости и износостойкости покрытий в самофлюсующийся порошок ПН77Х15СЗР2 добавляли карбид вольфрама в количестве 10, 20 и 30 % (вес.). Порошковую смесь равномерно распределяли по поверхности пластины. Плотность насыпки составляла 0,45 г/см².

Наплавку порошковых смесей производили на промышленном ускорителе электронов ЭЛВ-6 в Институте ядерной физики СО РАН по следующим технологическим параметрам: ток пучка – 25 мА; расстояние от выпускного окна до заготовки – 90 мм; энергия пучка электронов – 1,4 МэВ; скорость перемещения образца – 15 мм/с. Исследование микроструктуры наплавленных покрытий выполняли на микроскопе Carl Zeiss Axio Observer Alm. Для выявления микроструктуры исследуемые покрытия подвергались химическому травлению с использованием смеси, состоящей из хлорида железа (FeCl₃), азотной (HNO₃) и соляной (HCl) кислот. Оценку уровня микротвёрдости полученных покрытий осуществляли с помощью микротвердомера Wolpert Group 402MVD. Нагрузка на алмазный индентор составляла 0,98 Н.

Проведённые структурные исследования показали, что в процессе наплавки сформировалась дендритная структура. По границам ячеек дендритов располагается эвтектика. В покрытиях, содержащих 20 и 30 % карбида вольфрама, наблюдается большое количество карбидов WC.

Структурные изменения, происходящие в покрытии при увеличении массовой доли карбида вольфрама, положительно сказываются на уровне микротвёрдости материала. Анализ экспериментальных данных показал, что максимальным уровнем микротвёрдости обладают покрытия, легированные 30 % карбида вольфрама. Твёрдость данного покрытия достигает 1000 HV. Такой высокий уровень микротвёрдости обусловлен образованием карбидов вольфрама.

Таким образом, методом вневакуумной электронно-лучевой наплавки были сформированы самофлюсующиеся покрытия, легированные карбидом вольфрама. Покрытия обладают градиентной структурой, толщина упрочнённых слоёв достигает 1,7 мм. Высокие показатели уровня микротвёрдости свидетельствуют об образовании в процессе наплавки высокопрочных карбидов вольфрама.

ЛИТЕРАТУРА

1. Veis M. E. High voltage electron accelerators at a power of up to 90 kW / M. E. Veis, N. K. Kuksanov, B. M. Korabelnikov // *Radiation Physics and Chemistry*. 1990. V. 35. № 4–6. P. 658–661.
2. Голковский М. Г. Закалка и наплавка релятивистским электронным пучком вне вакуума / М. Г. Голковский. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2007. 325 с.
3. Структура и свойства покрытий из самофлюсующегося сплава для защиты сварных соединений / Л. М. Гуревич [и др.] // *Известия ВолгГТУ (Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении)*. 2008. Вып. 2. № 10 (48). С. 61–66.